

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Makaroni

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-3777-1995. Pasta (makaroni) merupakan bahan makanan yang dibuat dari campuran tepung terigu dan bahan makanan lain yang dicetak ke dalam berbagai bentuk dan dikeringkan dengan atau tanpa bahan tambahan makanan. Adapun definisi lain dari pasta adalah makanan olahan yang digunakan pada masakan Italia, dibuat dari campuran tepung, air, telur, dan garam yang membentuk adonan yang bisa dibentuk menjadi berbagai variasi ukuran dan bentuk. Pasta dijadikan berbagai hidangan setelah dimasak dengan cara direbus. Di Indonesia, jenis pasta yang populer misalnya spaghetti, makaroni, dan lasagna (Koeswara, 2007).

Produk pasta kering menjadi populer karena bentuk dan ukuran yang diinginkan banyak tersedia. Produk pasta kering pada umumnya hanya terdiri dari semolina dan air, serta produk tersebut dapat dibentuk dalam beberapa macam bentuk yang membuat masakan menjadi bervariasi (Desrosier, 1988). Salah satu produk pasta kering yang sangat disukai masyarakat Indonesia yaitu makaroni.

Pembuatan makaroni atau pasta bisa menggunakan alat pasta masker atau ekstruder. Ekstruder adalah alat untuk melakukan proses ekstrusi. Ekstruder dapat digunakan untuk menunjukkan beberapa fungsi yang berbeda meliputi pencampuran, pembentukan, puffing, dan pengeringan, bergantung pada model ekstruder dan kondisi proses. Standar Nasional Indonesia untuk makanan ringan ekstrudat yang ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional pada tahun 2000 terlihat pada Tabel 3 Ditinjau dari atribut mutu yang tercantum pada SNI makanan

ringan ekstrudat, tampak bahwa standar mutu yang sudah ada masih terlalu sederhana. Hal ini dikarenakan banyaknya produk-produk makanan ringan khususnya ekstrudat yang sudah mempunyai nilai nutrisi lebih lengkap dibandingkan standar mutu yang ada. Standar mutu yang ada hanya memuat 5 atribut mutu, sedangkan ada mutu yang belum tercantum di dalamnya yaitu atribut protein, kalori, kalsium, besi dan serat makanan total.

Tabel 1. Hasil Analisis Kimia Jewawut, Ubi Jalar Ungu, Tepung Terigu dan Makaroni Terbaik (bb = berat basah ; bk = berat kering)

Komposisi	Tepung Jemawut	Ubi Jalar	Terigu protein tinggi	Makaroni
Kadar air	9,12	61,49	11,60%	7,02
Kadar abu (% bk)	2,96	2,70	1,60%	3,26
Kadar lemak (% bk)	2,50	0,78	0,70%	4,64
Kadar protein (% bk)	13,04	8,08	12,22%	11,43
Kadar karbohidrat (% bk)	76,49	88,44	76,10%	80,67
Serat kasar (% bk)	6,88	8,61	0,71%	661
Aktivitas antioksidan (mg vit C/kg sampel)	530,75	1188,19		661,25

Keterangan : Setiap data merupakan rerata dari dua kali ulangan.

Sumber Sabirin dik, (2012)

US Patent (Tabel 3) memberikan persyaratan untuk makanan ringan ekstrudat hanya dua kriteria uji yaitu kadar air dan Aw, lebih sederhana dibandingkan standar mutu yang dikeluarkan oleh SNI 01-2886-2000. Persyaratan untuk kadar air pada US Patent lebih ketat dibandingkan pada SNI makanan ringan ekstrudat yaitu berkisar antara 2 – 3%, sedangkan SNI mensyaratkan standar kadar air maksimal 4% per 100 g bahan.

**Tabel 2. Syarat Mutu Makanan Ringan Ekstrudat**

Kriteria Uji	Satuan	Spesifikasi
1 Keadaan		
1.1. Bau		Normal
1.2. Rasa		Normal
1.3. Warna		Normal
2 Air	% b/b	Maks. 4
3 Kadar Lemak		
3.1. Tanpa proses penggorengan	% b/b	Maks. 30
3.2. Dengan proses penggorengan	% b/b	Maks. 38
4 Bahan tambahan makanan		Sesuai SNI No. 01-0222-1995 dan Permenkes
4.1. Pemanis buatan	-	No.722/Menkes/Per/IX/1988
4.2. Pewarna	-	Tidak boleh ada
5 Silikat (Si)	% b/b	Maks. 0,1
6 Cemarkan logam		
6.1. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 1,0
6.2. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 10
6.3. Seng (Zn)	mg/kg	Maks. 40
6.4. Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
7 Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,5
8 Cemarkan mikroba		Maks. $1,0 \times 10^4$
8.1 Angka lempeng total	koloni/g	
8.2. Kapang	koloni/g	Maks. 50
8.3. E. coli	APM/g	Negatif

Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2000

**Tabel 3. Persyaratan Produk Makanan Ringan menurut US Patent**

No.	Parameter	Spesifikasi	
		A	b
1	Kadar Air (%)	2 – 2,5	3
	a. Flake gandum	2	
	b. Flake beras	2	
	c. Hazelnut	2	
	d. Kelapa	2,3	
2	Aktivitas air (Aw)	0,1 – 0,55	-

Sumber: Mesu, et al. (2007)

### 2.1.1. Bahan Pembuatan Makaroni

#### a. Tepung Terigu

Tepung terigu merupakan tepung yang berasal dari bulir gandum. Tepung terigu umumnya digunakan sebagai bahan dasar pembuat kue, mie dan roti. Kadar protein tepung terigu berkisar antara 8 – 14%. Dalam pembuatan mie, kadar protein tepung terigu yang digunakan berkisar antara 11 – 14,5% atau tepung terigu berprotein tinggi (Gomez, 2007 dalam Lubis, 2013).

Komponen utama yang terkandung di dalam tepung terigu seperti protein, lemak, kalsium, fosfor, besi dan vitamin A cukup tinggi. Banyaknya kandungan komponen utama dapat di lihat pada Tabel.1. Komposisi kimia tepung terigu dalam 100 gam bahan sebagai berikut :

**Tabel 4. Komposisi Kimia Tepung Terigu per 100 gam Bahan**

Komponen	Jumlah
Kalori (kal)	332
Protein (g)	9,61
Lemak (g)	1,95
Karbohidrat (g)	74,48
Kalsium (mg)	33
Fosfor (mg)	323
Besi (mg)	3,71
Vitamin A (IU)	9
Vitamin C (mg)	0,0
Air (g)	12,42

Sumber : USDA, 2014

Syarat mutu tepung terigu yang telah ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia sebagai bahan makanan adalah sebagai berikut :

Tabel 5. Syarat Mutu Tepung Terigu sebagai Bahan Pangan

No.	Jenis uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan	-	-
	a. Bentuk	-	Serbuk
	b. Bau	-	Normal (bebas dari bau asing)
	c. Warna	-	Putih khas terigu
2	Benda asing	-	Tidak boleh ada
3	Serangga dan semua bentuk stadia dan potongan-potongan yang Tampak	-	Tidak boleh ada
4	Kehalusan lolos ayakan 212 (mesh No.70) (b/b)	%	Min. 95
5	Kadar air	%	Maks. 14,5
6	Kadar abu	%	Maks. 0,70
7	Protein	%	Min. 7,0
8	Keasaman	Mg KOH/100g	Maks. 50
9	Falling number (atas dasar kadar air 14 %)	Detik	Min. 300
10	Besi (Fe)	mg/kg	Min. 50
11	Zeng (Zn)	mg/kg	Min. 30
12	Vitamin B1 (Thiamin)	mg/kg	Min. 2,5
13	Vitamin B2 (Riboflavin)	mg/kg	Min. 4
14	Asam folat	mg/kg	Min. 2
15	Cemaran logam	-	-
	a. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 1,0
	b. Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
	c. Cadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,1
16	Cemaran arsen	mg/kg	Maks. 0,50
17	Cemaran Mikroba	-	-
	a. Angka lempeng total	Koloni/g	Maks. $1 \times 10^6$
	b. Escherichia coli	APM/g	Maks. 10
	c. Kapang	Koloni/g	Maks. $1 \times 10^4$
	d. Basillus cereus	Koloni/g	Maks. $1 \times 10^4$

Sumber : SNI 3751:2009

## b. Garam

Secara fisik, garam adalah benda padatan berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan bagian terbesar Natrium Chlorida (>80%) serta senyawa lainnya seperti Magnesium Chlorida, Magnesium Sulfat, Calcium Chlorida, dan lain-lain. Garam mempunyai sifat / karakteristik higroskopis yang berarti mudah menyerap air, bulk density (tingkat kepadatan) sebesar 0,8 - 0,9 dan titik lebur pada tingkat suhu 8010 C ( Burhanuddin, 2001).

Garam Natrium klorida untuk keperluan masak dan biasanya diperkaya dengan unsur iodin (dengan menambahkan 5 g NaI per kg NaCl) padatan Kristal berwarna putih, berasa asin, tidak higroskopis, bila mengandung  $MgCl_2$  menjadi berasa agak pahit dan higroskopis. Digunakan terutama sebagai bumbu penting untuk makanan, sebagai bumbu penting untuk makanan, bahan baku pembuatan logam Na dan NaOH ( bahan untuk pembuatan keramik, kaca, dan pupuk ), sebagai zat pengawet ( Mulyono, 2009).

**Tabel 6..Standar Mutu Garam.**

<b>Kriteria Uji</b>	<b>Satuan</b>	<b>Persyaratan</b>
Natrium chlorida (NaCl)	% b/b	min 94,4%
Air	% b/b	max 10%
Iodium sebagai $KIO_3$	Pam	negatif
Oksida besi ( $Fe_2O_3$ )	Pam	100
Kalsium dan Magnesium sebagai Ca	% b/b	max 2%
Sulfat ( $SO_4$ )	% b/b	max 2%
Bagian yang tidak larut dalam air	% b/b	max 1%
Logam-logam berbahaya (Pb, Hg, Cu, dan As)		negatif
Warna		putih
Rasa		asin
Bau		Tidak berbau

Sumber : Deperindag (1976).

### c. Telur

Telur merupakan salah satu bahan makanan yang bernilai tinggi karena mengandung protein, vitamin dan mineral-mineral (Buckle, dkk., 2007). Protein telur merupakan protein yang bermutu tinggi dan mudah dicerna. Karakteristik kimia telur dan tepung telur dapat dilihat pada Tabel 7.

Protein putih telur terdiri atas ovalbumin, konalbumin, ovomukoid, dan globulin (termasuk lisozim yang dapat melisis bakteri) (Goetz dan Koehler, 2005). Protein pada putih telur lebih banyak daripada kuning telur tetapi lemak dan kolesterolnya lebih rendah (Vaclavik dan Christian, 2008).

**Tabel 7. Komposisi telur ayam dalam 100 g bahan**

<b>Komposisi</b>	<b>Jumlah</b>
Kalori (kal)	162
Protein (g)	12,8
Lemak (g)	11,5
Karbohidrat (g)	0,7
Kalsium (mg)	54
Fosfor (mg)	180
Besi (mg)	2,7
Vitamin A (S.I)	900
Vitamin B1 (mg)	0,10
Vitamin C (mg)	0
Air (g)	74,0
B.d.d. (%)	90

Sumber: Departemen Kesehatan R.I (1992)

Putih telur memiliki karakteristik busa yang sangat baik. Karakteristik busa merupakan kemampuan untuk menjerap secara cepat udara pada interfase air-udara selama proses *whipping* atau pengocokan, serta kemampuan untuk membentuk film viskoelastis yang kohesif melalui interaksi intermolekul (Mine, 1995). Sedangkan Kuning telur berbentuk bulat dengan warna kuning atau oranye

dan terletak pada pusat telur serta bersifat elastis. Warna kuning telur disebabkan kandungan pigmen karotenoid yang berasal dari pakan (Buckle, dkk., 2007). Pada kuning telur terdapat lesitin dan lutein, dimana lesitin berfungsi sebagai pengemulsi sedangkan lutein berperan dalam memberikan warna pada produk cake (Faridah, dkk., 2008).

## **2.2. Pewarna**

Zat warna secara umum dapat dibagi menjadi tiga golongan yaitu zat warna alami, zat warna identik dengan zat warna alami, dan zat warna sintesis. Sejak dulu zat warna alami (pigmen) telah banyak digunakan sebagai pewarna bahan makanan. Sejak ditemukannya zat pewarna sintetik penggunaan pigmen semakin menurun meskipun tidak menghilang sama sekali. Zat warna alami adalah zat warna (pigmen) yang diperoleh dari tumbuhan, hewan, atau dari sumber-sumber mineral. Zat warna tersebut sejak lama sudah digunakan untuk pewarna makanan dan sampai sekarang umumnya penggunaannya dianggap lebih aman dari pada zat warna sintetis (Koswara, 2009).

### **2.2.1 Sawi Hijau (*Brassica rapa* I. Subsp. *Perviridis* Bayle)**

Sawi hijau merupakan suku sawi-sawian atau *Brassicaceae* merupakan jenis sayuran yang cukup populer. Dikenal pula sebagai caisim, caisin, atau sawi bakso, sayuran ini mudah dibudidayakan dan dapat dimakan segar atau diolah menjadi asinan, lalapan, dan berbagai masakan lainnya. Sawi hijau umumnya dikonsumsi dalam bentuk olahan karena sawi mentah rasanya pahit karena ada kandungan *alkaloid carpaine*.



Tanaman sawi tahan terhadap air hujan, sehingga dapat ditanam sepanjang tahun. Pada musim kemarau yang perlu diperhatikan adalah penyiraman secara teratur, tanaman ini cocok bila di tanam pada akhir musim penghujan. Daerah penanaman yang cocok untuk sawi hijau adalah mulai dari ketinggian 5 m sampai dengan 1.200 m di atas permukaan laut. Namun biasanya dibudidayakan pada daerah yang mempunyai ketinggian 100 m sampai 500 m di atas permukaan laut. Umur panen sawi paling lama 40 hari, dan paling pendek 30 hari dan terlebih dahulu melihat fisik tanaman seperti warna, bentuk, dan ukuran daun. Cara panen ada 2 macam yaitu mencabut seluruh tanaman beserta akarnya dan dengan memotong bagian pangkal batang yang berada di atas tanah dengan pisau tajam (Margiyanto, 2007).

Klasifikasi tanaman sawi hijau dapat dijabarkan sebagai berikut:

Kingdom: *Plantae* (Tumbuhan);

Divisi : *Spermatophyta*

Subdivisi : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledone*

Ordo : *Rhoeadales (Brassicales)*

Famili : *Cruciferae (Brassicaceae)*

Genus : *Brassica*

Spesies : *Brassica rapa L. Subsp. Perviridis Bayley*

(Margiyanto, 2007).

Sawi hijau sebagai bahan makanan sayuran mengandung zat-zat gizi yang cukup lengkap sehingga apabila dikonsumsi sangat baik untuk mempertahankan kesehatan tubuh. Sawi hijau merupakan sayuran yang bermanfaat untuk membantu mencegah dari terserangnya penyakit kanker, hal ini disebabkan karena dalam sawi hijau mengandung senyawa fitokimia khususnya glukosinolat yang cukup tinggi. Dengan rutin mengkonsumsi sawi hijau mampu menurunkan resiko terserangnya kanker prostat. Kandungan gizi sawi hijau (*Brassica rapa* I. Subsp. *Perviridis* Bayley) setiap 100 g dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8. Kandungan gizi sawi hijau setiap 100 g**

No	Komposisi	Jumlah
1	Protein (g)	2,3
2	Lemak (g)	0,4
3	Karbohidrat (g)	4,0
5	Kalsium (mg)	220
6	Fosfor (mg)	38,0
7	Besi (mg)	2,9
8	Vitamin A (mg)	1.940,0
9	Vitamin B (mg)	0,09
10	Vitamin C (mg)	102
11	Energi (kal)	22,0
12	Serat (g)	0,7
13	Air (g)	92,2
14	Natrium (mg)	20,0

Sumber: Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI (2012)

Penelitian terlebih dahulu pernah dilakukan oleh Tri Mahdiyatul Faricha berjudul “*Respon penambahan proporsi bubur rumput laut dengan tepung tapioka dan konsentrasi ekstrak sawi terhadap mutu bakso ayam*”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan klorofil pada bakso yang dengan

perlakuan proporsi bubur rumput laut dengan tepung tapioka dan konsentrasi ekstrak sawi hijau terhadap total klorofil.

**Tabel 9. Rerata kadar klorofil bakso dengan penambahan ekstrak sawi hijau**

Rumput Laut: Tepung Tapioka	Ekstrak Sawi	Totak Klorofil (mg/L)
Kontrol (0:30)	1:1	0,02
R1S1 (5:30 )	1:1	0,18
R2S1 (10:20)	1:1	0,19
R3S1 (15:15)	1:1	0,22
R4S1 (20:10)	1:1	0,24
R1S2 (5:25)	1:2	0,26
R2S2 (10:20)	1:2	0,26
R3S2 (15:15)	1:2	0,29
R4S2 (20:10)	1:2	0,30
R1S3 (5:25)	1:3	0,31
R2S3 (10:20)	1:3	0,34
R3S3 (15:15)	1:3	0,44
R4S3 (20:10)	1:3	0,47

Hasil penelitian tersebut menunjukkan nilai rerata klorofil bakso perlakuan proporsi rumput laut dengan tepung tapioka dan penambahan ekstrak sawi hijau yang berbeda bahwa rerata total klorofil dalam penelitian ini berkisar antara 0,02 mg/L sampai 0,47 mg/L. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa total klorofil semakin meningkat sejalan dengan meningkatnya penamban konsentrasi ekstrak sawi hijau dan bubur rumput laut. (Faricha, 2017)

### **2.2.2 Buah Naga (*Hylocereus polyrhizus*)**

Buah naga termasuk dalam buah yang eksotik karena penampilannya yang menarik, rasanya asam manis menyegarkan dan memiliki beragam manfaat untuk kesehatan. Buah naga merupakan tumbuhan yang mengandung zat-zat yang dapat meningkatkan daya tahan tubuh dan melancarkan metabolisme. Dalam suatu hasil penelitian menunjukkan bahwa buah naga merah baik untuk sistem peredaran

darah. Secara keseluruhan buah naga merah mengandung protein, serat, karotene, kalsium dan fosfor serta berbagai vitamin seperti vitamin B dan C (Oktaviani, 2014).

Buah naga berpotensi untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional, karena mengandung zat warna antosianin, serat yang tinggi terdapat pada daging maupun kulit buahnya dan antioksidan beta karoten. Antioksidan merupakan sebutan untuk zat yang berfungsi melindungi tubuh dari serangan radikal bebas. Total Serat Pangan (TSP) dalam daging buah naga merah besarnya sama dengan yang ada pada kulitnya. Makin tinggi nilai TSP, makin tinggi pula aktivitas antioksidan. Bila mengkonsumsi 800-1000 g buah naga dapat meningkatkan kandungan antosianin pada tubuh manusia (Oktiarni *et al.*, 2012).

#### **a. Kulit Buah Naga Merah**

Buah naga atau *Dragon fruit* sudah banyak dikembangkan di dalam negeri yaitu Indonesia. Buah naga terdiri atas empat jenis, yaitu buah naga daging putih (*Hylocereus undatus*), buah naga daging merah (*Hylocereus polyrhizus*), buah naga daging super merah (*Hylocereus costaricensis*) dan buah naga kuning daging putih (*Selenicereus megalanthus*) (Ashari, 2011). Tanaman buah naga dalam sistematika (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta (tumbuhan berbiji)  
Subdivisi : Angiospermae (berbiji tertutup)  
Kelas : Dicotyledonae (berkeping dua)  
Ordo : Cactales

Famili : Cactaseae  
Subfamili : Hylocereanea  
Genus : Hylocereus  
Spesies : a. Hylocereus polyrhizus (daging merah)  
b. Hylocereus undatus (daging putih)

(Kristanto, 2008).

Buah naga merupakan buah yang tergolong dalam buah batu yang berdaging dan berair. Bentuk buah naga yaitu bulat sedikit memanjang ataupun bulat sedikit lonjong. Kulit buah naga terdapat berbagai warna, yaitu berwarna merah menyala, merah gelap, dan kuning, tergantung dari jenis buah naga itu sendiri. Kulit buah memiliki ketebalan yaitu sekitar 3-4 mm. Seluruh kulitnya terdapat jumbai-jumbai yang menyerupai sisik ular naga sehingga dikatakan buah naga. Berat buah naga memiliki berbagai variasi, berkisar antara 80-500 g, tergantung dari jenis buah naga itu sendiri. Daging buah naga memiliki serat yang sangat halus atau lembut dan didalam daging buah naga itu sendiri terdapat biji-biji hitam yang banyak dan memiliki ukuran sangat kecil (Cahyono, 2009).

Terdapat variasi jenis daging buah naga yaitu daging buah naga yang berwarna merah, putih, dan hitam, tergantung jenis dari buah naga itu sendiri. Daging buah naga memiliki tekstur yang lunak dan memiliki rasa yang manis dengan sedikit asam (Cahyono, 2009). Menurut Ide (2009) terdapat empat jenis buah naga yang sudah dibudidayakan, yaitu:

1. Buah naga dengan daging putih (*Hylocereus undatus*) yang biasanya disebut dengan *white pitaya* merupakan buah naga dengan kulit yang berwarna merah,

memiliki daging buah yang berwarna putih, dan memiliki biji berwarna hitam berukuran kecil-kecil. Rasa buah naga yaitu kombinasi asam dan manis jika dibandingkan dengan buah naga lainnya.

2. Buah naga dengan daging merah (*Hylocereus polyrhizus*) banyak dibudidayakan di Cina dan Australia. Buah naga ini memiliki kulit buah dengan warna merah, memiliki daging buah dengan warna merah-ungu dan rasa buah naga ini lebih manis dibanding *Hylocereus undatus*.
3. Buah naga dengan daging super merah (*Hylocereus costaricensis*) yang dimana serupa dengan buah *Hylocereus polyrhizus*. Namun memiliki warna daging buah yang lebih merah.
4. Buah naga dengan kulit kuning dan daging buah putih (*Selenicereus megalanthus*) merupakan buah yang berbeda dibanding dengan jenis buah naga lainnya dan dikenal sebagai *yellow pitaya*. Kulit buah berwarna kuning dan tidak terdapat sisik sehingga permukaan buah lebih halus. Rasa buah naga ini lebih manis dibandingkan dengan jenis buah naga lainnya.

Berikut adalah kandungan nilai gizi buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*), dapat dilihat pada Tabel 9. Menurut Saati (2009), buah naga memiliki kulit yang berjumlah 30-35 % dari berat daging buahnya dan kulit buah naga sering dibuang, sehingga hanya menjadi sampah saja. Hasil beberapa penelitian menyatakan kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) memiliki kandungan antosianin yang dapat membuat kadar kolestrol menjadi rendah (Kanner *et al.*, 2001).

**Tabel 9. Kandungan Nilai Gizi dalam 100 g Kulit Buah Naga Merah**

<b>Zat</b>	<b>Kandungan Gizi</b>
Kadar Air (%)	96
Protein (g)	0,159-0,229
Lemak (g)	0,21-0,61
Serat kasar (g)	0,7-0,9
Karoten (mg)	0,005-0,012
Kalsium (mg)	6,3-8,8
Fosfor (mg)	30,2-36,1
Iron (mg)	0,55-0,65
Vitamin B1 (mg)	0,28-0,043
Vitamin B2 (mg)	0,043-0,045
Vitamin B3 (mg)	0,297-0,43
Vitamin C (mg)	9-Aug
Thiamine (mg)	0,28-0,030
Riboflavin (mg)	0,043-0,044
Niacin (mg)	1,297-1,300
Abu (g)	0,28
Lain-lain (g)	0,54-0,68

(Sumber : Ide, 2009)

Kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) memiliki kandungan nutrisi seperti karbohidrat, lemak, protein dan serat pangan. Kandungan serat pangan yang terdapat dalam kulit buah naga merah sekitar 46,7 % (Susanto dan Saneto, 1994). Kandungan serat kulit buah naga merah lebih tinggi dibandingkan dengan buah pear, buah *orange* dan buah persik (Susanto dan Saneto, 1994). Menurut Santoso (2011) serat pangan memiliki manfaat bagi kesehatan yaitu mengontrol berat badan atau kegemukan, menanggulangi penyakit diabetes, mencegah gangguan gastrointestinal, kanker kolon (usus besar) serta mengurangi tingkat kolesterol darah. Menurut Dewi (1999) menyatakan bahwa bubur kulit buah naga merah mengandung antosianin 26,4587 ppm. Antosianin merupakan zat warna yang berperan memberikan warna merah berpotensi menjadi pewarna alami

untuk pangan dan dapat dijadikan alternatif pengganti pewarna sintesis yang lebih aman bagi kesehatan (Citramukti, 2008).

Dalam kulit buah naga merah (*Hylocereus polyrhizus*) senyawa fenol memiliki sifat mudah teroksidasi dan sensitif terhadap perlakuan panas dengan adanya proses pengeringan mengakibatkan penurunan senyawa fenol dalam seduhan kulit buah naga merah. Suhu optimum pengeringan untuk mendapatkan kadar total fenol maksimum 60 °C. Pengeringan lebih tinggi dari 60 °C setelah 4 menit maka fenol akan rusak dan kadarnya cenderung menurun. Adanya kandungan air yang masih tersisa dalam simplisia dapat meningkatkan kadar air pelarut pada saat maserasi sehingga flavonoid yang tersari menjadi lebih banyak (Irmayanti, 2016).

Pengeringan dengan oven, dapat mencegah terjadinya kerusakan senyawa fenolik karena pengeringan dengan oven hanya menggunakan suhu panas yang dihasilkan oleh pemanas serta tempat pengeringan yang lebih tertutup (Irmayanti, 2016). Bubur kulit buah naga merah yang diteliti oleh Wu *et al.* (2006) mempunyai aktivitas antioksidan yang lebih baik dibandingkan dengan bubur buahnya karena kandungan fenoliknya lebih tinggi. Dapat dilihat pada tabel 10.

**Tabel 10. Hasil Uji Fitokimia Bubur Kulit Buah Naga Merah**

<b>Senyawa Fitokimia</b>	<b>Hasil</b>
Fenol hidrokuinon	++
Flavonoid	++
Triterpenoid	++
Steroid	++
Saponin	++
Tanin	+
Alkaloid	-

Keterangan: +/- menyatakan keberadaan kandungan senyawa dalam bubur  
(Sumber: Manihuruk, F.M, 2016)



Selain uji fitokimia, penentuan total kandungan fenolik dan uji aktivitas antioksidan juga dilakukan pada ekstrak kulit buah naga merah. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 11 dan Tabel 12.

**Tabel 11. Hasil Uji Total Fenolik, Aktivitas Penghambatan terhadap Radikal Bebas DPPH, dan Kapasitas Antioksidan Bubur Kulit Buah Naga Merah**

Uji Total Fenolik	Nilai
Total Fenolik (mg EAG 100 g <sup>-1</sup> )	31,12 ± 1,56
Aktivitas Penghambatan Terhadap DPPH (%)	72,94 ± 0,77
Kapasitas Antioksidan (mg EVC 100 g <sup>-1</sup> )	321,78 ± 6,29

(Sumber : Manihuruk,. F.M, 2016)

**Tabel 12. Hasil Uji Bubur Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*)**

Uji Bubur Kulit Buah Naga	Nilai
Protein (%)	3,2 ± 0,2
Lemak (%)	0,7 ± 0,2
Kadar Abu (%)	1,93 ± 0,2
Karbohidrat (%)	72,1 ± 0,2
Kadar air (%)	4,9 ± 0,2

(Sumber : Susanto dan Saneto., 1994)

### 2.3. Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa kimia baik alami maupun sintetis yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas tersebut dapat dinetralkan (Suhartono dkk., 2002). Berdasarkan sumber perolehannya ada 2 macam antioksidan, yaitu antioksidan alami dan antioksidan buatan (sintetis) (Gupta dan Sharma, 2006).

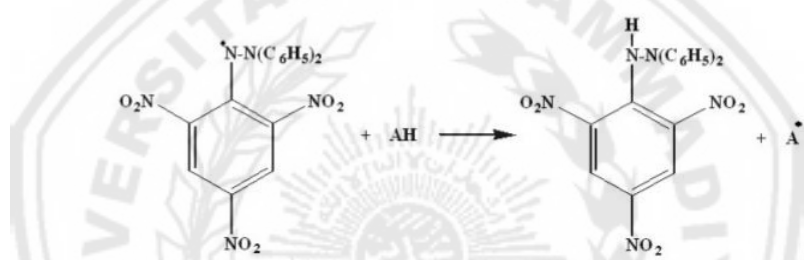
Tubuh manusia tidak mempunyai cadangan antioksidan dalam jumlah berlebih, sehingga jika terjadi paparan radikal berlebih maka tubuh membutuhkan

antioksidan eksogen. Adanya kekhawatiran akan kemungkinan efek samping yang belum diketahui dari antioksidan sintetik menyebabkan antioksidan alami menjadi alternatif yang sangat dibutuhkan (Rohdiana dan Widianara, 2011). Antioksidan alami mampu melindungi tubuh terhadap kerusakan yang disebabkan spesies oksigen reaktif, mampu menghambat terjadinya penyakit degeneratif serta mampu menghambat peroksidasi lipid pada makanan. Meningkatnya minat untuk mendapatkan antioksidan alami terjadi beberapa tahun terakhir ini. Antioksidan alami umumnya mempunyai gugus hidroksi dalam struktur molekulnya (Sunarni, 2005).

Radikal bebas adalah molekul yang mengandung satu elektron tidak berpasangan pada orbit terluarnya. Selama metabolisme oksidatif, banyak oksigen yang dikonsumsi akan terkait pada hidrogen selama fosforilasi oksidatif, kemudian membentuk air. Akan tetapi, diperkirakan bahwa 4-5% oksigen yang dikonsumsi saat bernapas tidak diubah menjadi air, tetapi akan membentuk radikal bebas. Maka, konsumsi akan meningkat selama pelatihan, juga akan terjadi peningkatan produksi radikal bebas dan peroksida lipid, yang kemudian radikal bebas tadi akan menimbulkan respon inflamasi menyebabkan kerusakan otot setelah pelatihan. Tubuh mempunyai sistem pertahanan antioksidan yang tergantung dari asupan vitamin, antioksidan dan mineral dan produksi antioksidan endogen seperti glutathione. Vitamin A (betakaroten), C dan E adalah antioksidan dan vitamin utama. (Clarkson dan Thompson, 2000).

Antioksidan bekerja dengan melindungi lipid dari proses peroksidasi oleh radikal bebas. Ketika radikal bebas mendapat elektron dari antioksidan, maka radikal bebas tersebut tidak lagi perlu menyerang sel dan reaksi rantai oksidasi

akan terputus. Setelah memberikan elektron, antioksidan menjadi radikal bebas secara definisi. Antioksidan pada keadaan ini berbahaya karena mereka mempunyai kemampuan untuk melakukan perubahan elektron tanpa menjadi reaktif. Tubuh manusia mempunyai pertahanan sistem antioksidan. Antioksidan yang dibentuk di dalam tubuh dan juga didapat dari makanan seperti buah-buahan, sayur-sayuran, biji-bijian, kacang-kacangan, daging dan minyak. Ada dua garis pertahanan antioksidan di dalam sel. Garis pertahanan pertama, terdapat di membran sel larut lemak yang mengandung vitamin A (betakaroten), E, dan koensim Q (Clarkson dan Thompson, 2000).



Gambar 4. Struktur Dasar Antioksidan (Molyneux, 2004)

## 2.4. Antosianin

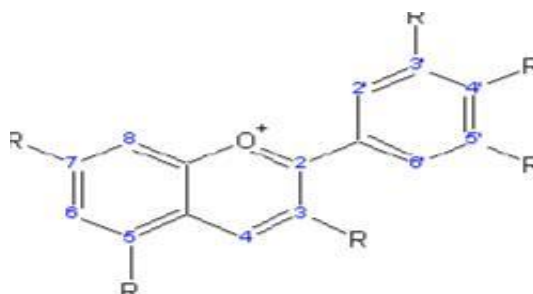
Antosianin merupakan glikosida antosianidin, yaitu merupakan garam polihidroksiflavilium (2 – arilbenzopirilium). Sebagian besar antosianin alami adalah glikosida (pada kedudukan 3- atau 3,5-) dari sejumlah terbatas antosianidin (Sastrohamidjojo, 1996).

Senyawa flavonoida adalah suatu kelompok senyawa fenol yang terbesar yang ditemukan di alam. Senyawa-senyawa ini merupakan zat merah, ungu dan biru dan kuning yang ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan. Sebagian besar senyawa flavonoida alam ditemukan dalam bentuk glikosida, dimana unit

flavonoida terikat pada gula. Glikosida merupakan kombinasi antara suatu gula atau suatu alkohol yang saling berikatan melalui ikatan glikosida (Lenny, 2006).

Antosianin adalah pigmen yang memberikan warna merah keunguan pada sayuran, buah-buahan dan tanaman bunga yang merupakan senyawa flavonoid yang bisa melindungi sel dari sinar ultraviolet. Antosianin pada tanaman hadir bersamaan dengan pigmen alami seperti flavonoid, karotenoid, anthaxanthin, dan betasianin (Astawan dan Kasih, 2008).

Antosianin merupakan turunan garam flavilium atau benzilflavilium (3,5,7,4' tetrahidroksiflavilium). Antosianin memiliki sifat mudah larut dalam air dan merupakan suatu gugusan glikosida yang terbentuk dari gugus aglikon dan glikon (Markakis, 1982). Apabila gugus glikon dihilangkan melalui proses hidrolisis maka dihasilkan antosianidin. Gugus gula yang umum berikatan dengan antosianidin misalnya glukosa, galaktosa, xilosa, arabinosa dan rhamnosa. Antosianidin ini akan berwarna merah di lingkungan asam, biru di lingkungan basa dan warna ungu di lingkungan netral (Francis, 1982 cit Kristie, 2008). Menurut Jackman dan Smith (1996). Antosianidin memiliki struktur kimia yang dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. Struktur dasar antosianidin (Giusti dan Wrolstad, 2003)

## 2.5.Klorofil

Istilah klorofil berasal dari bahasa Yunani yaitu *Chloros* artinya hijau dan *Phyllos* artinya daun. Ini diperkenalkan pada tahun 1818, dimana pigmen tersebut diekstrak dari tumbuhan dengan menggunakan pelarut organik. Klorofil adalah pigmen pemberi warna hijau pada tumbuhan, alga dan bakteri fotosintetik. Senyawa ini yang berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan dengan menyerap dan mengubah tenaga cahaya matahari menjadi tenaga kimia. Proses fotosintesis, terdapat 3 fungsi utama dari klorofil yaitu yg pertama memanfaatkan energy matahari, kedua memicu fiksasi CO<sub>2</sub> menjadi karbohidrat dan yang ketiga menyediakan dasar energetik bagi ekosistem secara keseluruhan. Karbohidrat yang dihasilkan fotosintesis melalui proses anabolisme diubah menjadi protein, lemak, asam nukleat, dan molekul organik lainnya (Muthalib, 2009).

Sifat fisik klorofil adalah menerima dan atau memantulkan cahaya dengan gelombang yang berlainan (berpendar = berfluoresensi). Klorofil banyak menyerap sinar dengan panjang gelombang antara 400-700 nm, terutama sinar merah dan biru. Sifat kimia klorofil, antara lain (1) tidak larut dalam air, melainkan larut dalam pelarut organik yang lebih polar, seperti etanol dan kloroform; (2) inti Mg akan tergeser oleh 2 atom H bila dalam suasana asam, sehingga membentuk suatu persenyawaan yang disebut feofitin yang berwarna coklat (Dwidjoseputro, 1981).

Klorofil merupakan salah satu metabolisme sekunder yang potensial. Zat hijau daun ini tak hanya penting, dalam proses fotosintesis tumbuhan saja, tetapi juga sangat berguna untuk menunjang kesehatan bagi yang mengkonsumsinya.

Seorang penelitian bernama Franz Miller menganjurkan penggunaan klorofil sebagai obat istimewa karena keberadaannya dapat memperbaiki kondisi kesehatan yang buruk. Selain itu klorofil juga merupakan zat pewarna hijau bagi tumbuhan (Campbell.A, 1974).

Klorofil mengandung antioksidan, anti peradangan, dan zat yang bersifat menyembuhkan luka. Kandungan ini bermanfaat bagi kesehatan. Berikut beberapa manfaat lain dari klorofil :

1. Klorofil membantu menetralkan polusi yang kita hirup maupun yang kita dapatkan melalui asupan makanan. Karena itu, klorofil merupakan suplemen yang sangat bagus bagi perokok.
2. Klorofil secara efisien melepaskan magnesium dan membantu darah membawa oksigen yang dibutuhkan ke semua sel di jaringan-jaringan tubuh.
3. Klorofil potensial dalam menstimulus sel-sel darah merah untuk menyediakan suplai oksigen.
4. Bersama dengan vitamin lain seperti vitamin A, C, dan E, klorofil terbukti bisa
5. membantu menetralkan radikal bebas yang merusak sel-sel dalam tubuh.
6. Klorofil juga berperan sebagai deodoran dalam mengurangi bau mulut, air seni, sisa pembuangan, serta menghilangkan bau badan.
7. Klorofil juga mengurangi kemampuan zat-zat karsinogen untuk mengikat diri pada DNA dalam organ-organ utama dalam tubuh.

(Al-Faqir,S. 2010).